

Rec'd PCT/PTO

01 JUL 2004

PCT/JP03/00038

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

07.01.03

REC'D 03 MAR 2003

WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日

Date of Application:

2002年 1月 8日

出願番号

Application Number:

特願2002-001737

[ST.10/C]:

[JP2002-001737]

出願人

Applicant(s):

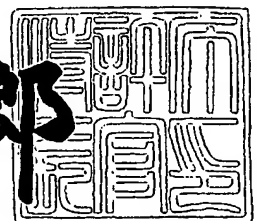
株式会社荏原製作所
森 勇蔵

**PRIORITY
DOCUMENT**
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003年 2月12日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3006540

【書類名】 特許願
【整理番号】 EB2710P
【提出日】 平成14年 1月 8日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 B23H 03/00
【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作
 所内
【氏名】 白樫 充彦
【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作
 所内
【氏名】 桑川 正行
【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作
 所内
【氏名】 安田 穂積
【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町 1 1 番 1 号 株式会社 荏原製作
 所内
【氏名】 小畠 厳貴
【発明者】
【住所又は居所】 神奈川県藤沢市本藤沢 4 丁目 2 番 1 号 株式会社 荏原
 総合研究所内
【氏名】 當間 康
【発明者】
【住所又は居所】 大阪府交野市私市 8 丁目 1 6 - 1 9
【氏名】 森 勇▲蔵▼

【特許出願人】

【識別番号】 000000239

【氏名又は名称】 株式会社 荏原製作所

【代表者】 依田 正稔

【特許出願人】

【識別番号】 596041995

【氏名又は名称】 森 勇▲蔵▼

【代理人】

【識別番号】 100091498

【弁理士】

【氏名又は名称】 渡邊 勇

【選任した代理人】

【識別番号】 100092406

【弁理士】

【氏名又は名称】 堀田 信太郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100093942

【弁理士】

【氏名又は名称】 小杉 良二

【選任した代理人】

【識別番号】 100109896

【弁理士】

【氏名又は名称】 森 友宏

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 026996

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9112447

【包括委任状番号】 0018636

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 電解加工装置及び方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 被加工物を着脱自在に保持する保持部と、
前記保持部で保持した被加工物に近接自在な加工電極と、
前記保持部で保持した被加工物に給電する給電電極と、
被加工物と前記加工電極との間または被加工物と前記給電電極との間の少なくとも一方に配置したイオン交換体と、
前記イオン交換体が存在する被加工物と前記加工電極または前記給電電極の少なくとも一方との間に流体を供給する流体供給部と、
前記加工電極と前記給電電極との間に電圧を印加する電源と、
前記保持部で保持した被加工物と前記加工電極とを互いに対向させた状態で相對運動させる駆動部と、
前記駆動部を数値制御する数値制御部を有することを特徴とする電解加工装置。

【請求項 2】 前記加工電極と前記給電電極との間に一定電流または一定電圧を供給することを特徴とする請求項 1 記載の電解加工装置。

【請求項 3】 前記数値制御部は、前記駆動部により前記保持部で保持した被加工物と前記加工電極との相對運動速度を数値制御することを特徴とする請求項 2 記載の電解加工装置。

【請求項 4】 前記数値制御部は、前記駆動部により前記保持部で保持した被加工物と前記加工電極との相對的なステップ走査における停止時間を数値制御することを特徴とする請求項 2 記載の電解加工装置。

【請求項 5】 保持部で保持した被加工物に給電電極により給電しながら加工電極を近接させ、

被加工物と前記加工電極との間または被加工物と前記給電電極との間の少なくとも一方にイオン交換体を配置し、

前記イオン交換体が存在する被加工物と前記加工電極または前記給電電極の少なくとも一方との間に流体を供給し、

前記加工電極と前記給電電極との間に電圧を印加しつつ、

前記保持部で保持した被加工物と前記加工電極とを互いに対向させた状態で数値制御部で数値制御しつつ相対運動させることを特徴とする電解加工方法。

【請求項 6】 前記加工電極と前記給電電極との間に一定電流または一定電圧を供給することを特徴とする請求項 5 記載の電解加工方法。

【請求項 7】 加工開始前または加工進行中における少なくとも一方の被加工物の形状を計測し、

その計測形状と目的加工形状の座標データを前記数値制御部に入力し、

両形状の座標差に応じて前記保持部で保持した被加工物と前記加工電極との相対運動速度を数値制御することを特徴とする請求項 6 記載の電解加工方法。

【請求項 8】 加工開始前または加工進行中における少なくとも一方の被加工物の形状を計測し、

その計測形状と目的加工形状の座標データを前記数値制御部に入力し、

両形状の座標差に応じて前記保持部で保持した被加工物と前記加工電極との相対的なステップ走査における停止時間を数値制御することを特徴とする請求項 6 記載の電解加工方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、電解加工装置及び方法に関し、特に半導体ウエハ等の基板表面の導電性材料を加工したり、基板表面に付着した不純物を除去したりするのに使用される電解加工装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

近年、半導体ウエハ等の基板上に回路を形成するための配線材料として、アルミニウムまたはアルミニウム合金に代えて、電気抵抗率が低くエレクトロマイグレーション耐性が高い銅（Cu）を用いる動きが顕著になっている。この種の銅配線は、基板の表面に設けた微細凹みの内部に銅を埋込むことによって一般に形成される。この銅配線を形成する方法としては、CVD、スパッタリング及びめ

つきといった手法があるが、いずれにしても、基板のほぼ全表面に銅を成膜して、化学機械的研磨（CMP）により不要の銅を除去するようにしている。

【0003】

図8は、この種の銅配線基板Wの一製造例を工程順に示すもので、先ず、図8（a）に示すように、半導体素子を形成した半導体基材1上の導電層1aの上に SiO_2 からなる酸化膜やLow-K材膜等の絶縁膜2を堆積し、この絶縁膜2の内部に、リソグラフィ・エッチング技術によりコンタクトホール3と配線溝4を形成し、その上にTa₂N₅等からなるバリア膜5、更にその上に電解めっきの給電層としてシード層7を形成する。

【0004】

そして、図8（b）に示すように、基板Wの表面に銅めっきを施すことで、コンタクトホール3及び配線溝4内に銅を充填するとともに、絶縁膜2上に銅膜6を堆積する。その後、化学機械的研磨（CMP）により、絶縁膜2上の銅膜6を除去して、コンタクトホール3及び配線溝4に充填させた銅膜6の表面と絶縁膜2の表面とをほぼ同一平面にする。これにより、図8（c）に示すように銅膜6からなる配線が形成される。

【0005】

また、最近ではあらゆる機器の構成要素において微細化かつ高精度化が進み、サブミクロン領域での物作りが一般的となるにつれて、加工法自体が材料の特性に与える影響は益々大きくなっている。このような状況下においては、従来の機械加工のように、工具が被加工物を物理的に破壊しながら除去していく加工法では、加工によって被加工物に多くの欠陥を生み出してしまうため、被加工物の特性が劣化する。従って、いかに材料の特性を損なうことなく加工を行うことができるかが問題となってくる。

【0006】

この問題を解決する手段として開発された特殊加工法に、化学研磨や電解加工、電解研磨がある。これらの加工法は、従来の物理的な加工とは対照的に、化学的溶解反応を起こすことによって、除去加工等を行うものである。従って、塑性変形による加工変質層や転位等の欠陥は発生せず、前述の材料の特性を損なわず

に加工を行うといった課題が達成される。

【0007】

電解加工として、イオン交換体の触媒作用を利用して、超純水中において加工を行うものが開発されている。これは、図9に示すように、被加工物10の表面に、加工電極14に取付けたイオン交換体12aと、給電電極16に取付けたイオン交換体12bとを接触乃至近接させ、加工電極14と給電電極16との間に電源17を介して電圧を印加しつつ、加工電極14及び給電電極16と被加工物10との間に流体供給部19から超純水等の流体18を供給して、被加工物10の表面層の除去加工を行うようにしたものである。この電解加工によれば、超純水等の流体18中の水分子20をイオン交換体12a、12bで水酸化物イオン22と水素イオン24に解離し、例えば生成された水酸化物イオン22を、被加工物10と加工電極14との間の電界と超純水等の流体18の流れによって、被加工物10の加工電極14と対面する表面に供給して、ここでの被加工物10近傍の水酸化物イオン22の密度を高め、被加工物10の原子10aと水酸化物イオン22を反応させる。反応によって生成された反応物質26は、超純水等の流体18中に溶解し、被加工物10の表面に沿った超純水等の流体18の流れによって被加工物10から除去される。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

上記のように、イオン交換体を使用して導電性材料の加工を行う電解加工にあっては、従来の機械加工において一般に使用されている数値制御機構をそのまま適用することができない。これは、この電解加工法の加工原理が、 OH^- イオンと被加工物原子との化学的相互作用を利用したものであり、被加工物と工具（電極）とが非接触状態でも加工現象が生じてしまう点において、物理的な破壊により加工現象が生じる機械加工とは異なるためである。つまり、一般の機械加工にあっては、被加工物と工具とを接触させつつ相対運動させることで、被加工物を物理的に破壊して加工するようにしており、例えば所望の加工量に達した時に、被加工物と工具との接触を解くことで加工の進行を止め、例えば工具が被加工物の表面を通過した場合であっても、これ以上加工が進行しないようにすることがで

きる。しかし、前述のように、反応種と被加工物の化学的相互作用を利用した電解加工法では、工具（電極）が被加工物に接触していなくても、反応種が所定の値に達すると加工現象が生じ、このため、所定の加工量に達した被加工物の部位の表面を工具（電極）が通過した場合に、加工現象が生じてしまう。

【0009】

このため、反応種と被加工物の化学的相互作用を利用した電解加工法により、導電性材料に目的形状に沿った高い加工精度で加工を施す場合には、機械加工のように、単純に被加工物と工具との接触状態（工具の位置）を制御するのではなく、 OH^- イオン等の反応種と被加工物原子との化学的相互作用を制御することを念頭に置いた制御方式が必要となる。

【0010】

本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、導電性材料からなる被加工物に高い加工精度で加工を施して形状精度の高い目的形状を作成できるようにした電解加工装置及び方法を提供することを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

請求項1に記載の発明は、被加工物を着脱自在に保持する保持部と、前記保持部で保持した被加工物に近接自在な加工電極と、前記保持部で保持した被加工物に給電する給電電極と、被加工物と前記加工電極との間または被加工物と前記給電電極との間の少なくとも一方に配置したイオン交換体と、前記イオン交換体が存在する被加工物と前記加工電極または前記給電電極の少なくとも一方との間に流体を供給する流体供給部と、前記加工電極と前記給電電極との間に電圧を印加する電源と、前記保持部で保持した被加工物と前記加工電極とを互いに対向させた状態で相対運動させる駆動部と、前記駆動部を数値制御する数値制御部を有することを特徴とする電解加工装置である。

【0012】

これにより、加工前または加工中における被加工物の形状と目的とする加工形状とを比較して両形状における座標差に相当する加工量を求め、この加工量に応じたパラメータをデータとして数値制御部に入力し、このデータに基づいて保持

部で保持した被加工物と加工電極とを互いに対向させたまま相対運動させる駆動部を数値制御することで、電解加工によって、形状精度の高い目的形状を作成することができる。

【0013】

請求項2に記載の発明は、前記加工電極と前記給電電極との間に一定電流または一定電圧を供給することを特徴とする請求項1記載の電解加工装置である。

電解加工にあっては、加工電極と給電電極の間に供給する電流を一定に制御すると、加工レートも一定となり、電流と加工時間の積によって加工量が決まる。従って、例えば加工電極と給電電極の間に供給する電流を一定に制御した場合にあっては、被加工物と加工電極とが対向して電解加工現象が生じる時間（滞留時間）、つまり加工時間のみを数値制御することで、形状精度の高い目的形状を作成することができるようになる。

【0014】

請求項3に記載の発明は、前記数値制御部は、前記駆動部により前記保持部で保持した被加工物と前記加工電極との相対運動速度を数値制御することを特徴とする請求項2記載の電解加工装置である。

これにより、保持部で保持した被加工物と加工電極とを互いに対向させつつ、連続的に相対運動させて電解加工を行う場合に、この連続的に変化する相対運動速度を数値制御することで、加工面のある点を最適な加工時間（滞留時間）で加工することができる。

【0015】

請求項4に記載の発明は、前記数値制御部は、前記駆動部により前記保持部で保持した被加工物と前記加工電極との相対的なステップ走査における停止時間を数値制御することを特徴とする請求項2記載の電解加工装置である。

これにより、保持部で保持した被加工物と加工電極とを互いに対向させつつ、ステップ状に相対運動させて電解加工を行う場合に、ステップ走査における停止時間を数値制御することで、加工面のある点を最適な加工時間（滞留時間）で加工することができる。

ここで、「相対的なステップ走査」とは、被加工物と加工電極のいずれか、も

しくは両方が移動して相対運動することにより、被加工物上を加工電極がある時間移転し停止を繰り返す動きを意味する。

【0016】

請求項5に記載の発明は、保持部で保持した被加工物に給電電極により給電しながら加工電極を近接させ、被加工物と前記加工電極との間または被加工物と前記給電電極との間の少なくとも一方にイオン交換体を配置し、前記イオン交換体が存在する被加工物と前記加工電極または前記給電電極の少なくとも一方との間に流体を供給し、前記加工電極と前記給電電極との間に電圧を印加しつつ、前記保持部で保持した被加工物と前記加工電極とを互いに対向させた状態で数値制御部で数値制御しつつ相対運動させることを特徴とする電解加工方法である。

【0017】

請求項6に記載の発明は、前記加工電極と前記給電電極との間に一定電流または一定電圧を供給することを特徴とする請求項5記載の電解加工方法である。

請求項7に記載の発明は、加工開始前または加工進行中における少なくとも一方の被加工物の形状を計測し、その計測形状と目的加工形状の座標データを前記数値制御部に入力し、両形状の座標差に応じて前記保持部で保持した被加工物と前記加工電極との相対運動速度を数値制御することを特徴とする請求項6記載の電解加工方法である。

【0018】

請求項8に記載の発明は、加工開始前または加工進行中における少なくとも一方の被加工物の形状を計測し、その計測形状と目的加工形状の座標データを前記数値制御部に入力し、両形状の座標差に応じて前記保持部で保持した被加工物と前記加工電極との相対的なステップ走査における停止時間を数値制御することを特徴とする請求項6記載の電解加工方法である。

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。なお、以下の例では、被加工物として基板を使用し、基板の表面に堆積させた銅を除去（研磨）するようにした電解加工装置（電解研磨装置）に適用した例を示しているが、基板以外

にも適用でき、更には、他の電解加工にも適用できることは勿論である。

【0020】

図1は、本発明の第1の実施の形態の電解加工装置を示す。この電解加工装置は、基板Wを上向き（フェイスアップ）に吸着保持する基板保持部30と、円板状で絶縁体からなり、扇状の加工電極32と給電電極34とを該加工電極32と給電電極34の表面（下面）を露出させて交互に埋設した電極部36を備えた電極ヘッド38とを備え、基板保持部30の上方に電極ヘッド38が配置されている。電極部36の表面（下面）には、加工電極32と給電電極34の表面を一体に覆う、積層体からなるイオン交換体40が取付けられている。

【0021】

基板保持部30は、回転自在に支承された支軸42の上端に連結され、この支軸42の側方に、基板保持部30で保持した基板Wと加工電極32とを相対運動させる第1駆動部としてのモータ44が配置されている。そして、支軸42とモータ（第1駆動部）44との間にタイミングベルト46が掛け渡され、これによって、モータ（第1駆動部）44の駆動に伴って、基板保持部30が基板Wを保持した状態で基板Wと一体に回転（自転）するようになっている。

【0022】

電極ヘッド38は、水平方向に揺動自在な揺動アーム48の自由端に垂設され、この揺動アーム48の基端は、上下動用モータ50の駆動に伴ってボールねじ52を介して上下動する中空の揺動軸54の上端に連結されている。この揺動軸54の側方に、基板保持部30で保持した基板Wと加工電極32とを相対運動させる第2駆動部としてのモータ56が揺動軸54と一体に上下動するように配置されている。そして、この揺動軸54とモータ（第2駆動部）56との間にタイミングベルト58が掛け渡され、これによって、モータ（第2駆動部）56の駆動に伴って、揺動軸54と揺動アーム48が一体に揺動（回転）するようになっている。

更に、電極ヘッド38は、基板保持部30で保持した基板Wと加工電極32とを相対運動させる第3駆動部としての中空モータ60に直結され、この中空モータ（第3駆動部）60の駆動に伴って回転（自転）するようになっている。

【0023】

積層体からなるイオン交換体40は、この例では、積層材としての一对の強酸性カチオン交換繊維62a、62bと、この強酸性カチオン交換繊維62a、62bに挟まれた強酸性カチオン交換膜62cとの3層構造から構成されている。このイオン交換体（積層体）40は、通水性が良く、硬度が高いばかりでなく、基板Wと対向する露出表面（下面）が良好な平滑性を有するようになっている。

イオン交換体（積層体）40の各積層材62a、62b、62cは、強酸性カチオン交換基（スルホン酸基）を担持したものが好ましいが、弱酸性カチオン交換基（カルボキシル基）を担持したものでもよい。また、強塩基性アニオン交換基（4級アンモニウム基）を担持したものでもよく、更に、弱塩基性アニオン交換基（3級以下のアミノ基）を担持したものでもよい。

【0024】

ここで、例えば強塩基アニオン交換能を付与した不織布は、繊維径20～50 μm で空隙率が約90%のポリオレフィン製の不織布に、 γ 線を照射した後グラフト重合を行う所謂放射線グラフト重合法により、グラフト鎖を導入し、次に導入したグラフト鎖をアミノ化して第4級アンモニウム基を導入して作製される。導入されるイオン交換基の容量は、導入するグラフト鎖の量により決定される。グラフト重合を行うためには、例えばアクリル酸、スチレン、メタクリル酸グリシジル、更にはスチレンスルホン酸ナトリウム、クロロメチルスチレン等のモノマーを用い、これらのモノマー濃度、反応温度及び反応時間を制御することで、重合するグラフト量を制御することができる。従って、グラフト重合前の素材の重量に対し、グラフト重合後の重量の比をグラフト率と呼ぶが、このグラフト率は、最大で500%が可能であり、グラフト重合後に導入されるイオン交換基は、最大で5meq/gが可能である。

【0025】

強酸性カチオン交換能を付与した不織布は、前記強塩基性アニオン交換能を付与する方法と同様に、繊維径20～50 μm で空隙率が約90%のポリオレフィン製の不織布に、 γ 線を照射した後グラフト重合を行う所謂放射線グラフト重合法により、グラフト鎖を導入し、次に導入したグラフト鎖を、例えば加熱した硫

酸で処理してスルホン酸基を導入して作製される。また、加熱したリン酸で処理すればリン酸基が導入できる。ここでグラフト率は、最大で500%が可能であり、グラフト重合後に導入されるイオン交換基は、最大で5 meq/gが可能である。

【0026】

なお、イオン交換体40の各積層材62a, 62b, 62cの材質としては、ポリエチレン、ポリプロピレン等のポリオレフィン系高分子、またはその他有機高分子が挙げられる。また素材形態としては、不織布の他に、織布、シート、多孔質材、ネット短繊維等が挙げられる。

【0027】

ここで、ポリエチレンやポリプロピレンは、放射線(γ線と電子線)を先に素材に照射する(前照射)ことで、素材にラジカルを発生させ、次にモノマーと反応させてグラフト重合することができる。これにより、均一性が高く、不純物が少ないグラフト鎖ができる。一方、その他の有機高分子は、モノマーを含浸させ、そこに放射線(γ線、電子線、紫外線)を照射(同時照射)することで、ラジカル重合することができる。この場合、均一性に欠けるが、ほとんどの素材に適用できる。

このように、イオン交換体40の各積層材62a, 62b, 62cをアニオン交換能またはカチオン交換能を付与した通水性を有する不織布で構成することで、液相中のイオンとイオン交換体のイオン交換基との間で容易にイオン交換が行われる。

【0028】

ここで、イオン交換体40の各積層材62a, 62b, 62cをアニオン交換能またはカチオン交換能の一方を付与したもののみで構成すると、電解加工できる被加工材料が制限されるばかりでなく、極性により不純物が生成しやすくなる。そこで、アニオン交換能を有するアニオン交換体とカチオン交換能を有するカチオン交換体とを重合させたり、イオン交換体40の各積層材62a, 62b, 62c自体にアニオン交換能とカチオン交換能の双方の交換基を付与したりしてもよく、これにより、被加工材料の範囲を拡げるとともに、不純物が生成しずら

くすることができる。

【0029】

更に、イオン交換体40を不織布、織布、多孔膜等のイオン交換材料を複数枚重ねた多層構造とすることで、イオン交換体40の持つトータルのイオン交換容量を増加させ、例えば、銅の除去（研磨）加工を行う際に、酸化物の発生を抑制して、酸化物が加工レートに影響することを防止することができる。つまり、イオン交換体40のトータルのイオン交換容量が除去加工の段階で取り込まれる銅イオンの量よりも小さい場合には、酸化物がイオン交換体の表面もしくは内部に生成されてしまい、加工レートに影響を及ぼす。この原因としては、イオン交換体のイオン交換基の量が影響し、容量以上の銅イオンは酸化物となると考えられる。このため、イオン交換体を、イオン交換材料を複数枚重ねた多層構造として、トータルのイオン交換容量を高めることで、酸化物の発生を抑制することができる。

【0030】

イオン交換体40は、通水性を有し、吸水性を有することが好ましく、少なくとも被加工物と対面する積層材は、硬度が高く、しかも良好な表面平滑性を有することが更に好ましい。このため、例えば、CMP用のパッドとして用いられている発泡ポリウレタン（IC1000／ロデール社製）などは、硬度があり、かつ耐磨耗性に優れるため、貫通孔を多数設けることにより、イオン交換体40の積層材として用いることができる。樹脂の板材に穴を開け、通水性を持たせて用いてもよい。勿論、更に「吸水性」を有する材質ならばなお良い。

【0031】

この例では、電極部36に複数の扇状の電極板64を円周方向に沿って配置し、この電極板64にスリップリング66を介して電源68の陰極と陽極とを交互に接続することで、電源68の陰極と接続した電極板64が加工電極32となり、陽極と接続した電極板64が給電電極34となるようにしている。これは、例えば銅にあっては、陰極側に電解加工作用が生じるからであり、被加工材料によっては、陰極側が給電電極となり、陽極側が加工電極となるようにしてもよい。つまり、被加工材料が、例えば銅、モリブデンまたは鉄にあっては、陰極側に電

解加工作用が生じるため、電源 68 の陰極と接続した電極板 64 が加工電極 32 となり、陽極と接続した電極板 64 が給電電極 34 となるようにする。一方、例えばアルミニウムやシリコンにあっては、陽極側で電解加工作用が生じるため、電極の陽極に接続した電極を加工電極となし、陰極側を給電電極とすることができる。

【0032】

このように、加工電極 32 と給電電極 34 とを電極部 36 の円周方向に沿って分割して交互に設けることで、基板の導電体膜（被加工物）への固定給電部を不要となして、基板の全面の加工が可能となる。更に、パルス状もしくは交互に正負を変化させる（交流）ことで、電解生成物を溶解させ、加工の繰返しの多重性によって平坦度を向上させることができる。

【0033】

ここで、加工電極 32 及び給電電極 34 は、電解反応により、電極の酸化または溶出が一般に問題となる。このため、この給電電極 34 の素材として、電極に広く使用されている金属や金属化合物よりも、炭素、比較的不活性な貴金属、導電性酸化物または導電性セラミックスを使用することが好ましい。この貴金属を素材とした電極としては、例えば、下地の電極素材にチタンを用い、その表面にめっきやコーティングで白金またはイリジウムを付着させ、高温で焼結して安定化と強度を保つ処理を行ったものが挙げられる。セラミックス製品は、一般に無機物質を原料として熱処理によって得られ、各種の非金属・金属の酸化物・炭化物・窒化物などを原料として、様々な特性を持つ製品が作られている。この中に導電性を持つセラミックスもある。電極が酸化すると電極の電気抵抗値が増加し、印加電圧の上昇を招くが、このように、白金などの酸化しにくい材料や酸化イリジウムなどの導電性酸化物で電極表面を保護することで、電極素材の酸化による電気抵抗の増加を防止することができる。

【0034】

基板保持部 30 の上方には、基板保持部 30 で保持した基板 W と下降させた電極ヘッド 38 との間に向けて、純水や超純水等の流体を供給する流体供給部としての流体ノズル 70 が配置されている。これによって、純水や超純水等の流体が

イオン交換体40に供給されるようになっている。ここで、純水は、例えば電気伝導度が $10\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下（ 1atom 、 25°C 換算値、以下同じ）の水であり、超純水は、例えば電気伝導度が $0.1\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下の水である。なお、純水や超純水の代わりに電気伝導度 $500\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下の液体や、任意の電解液を使用してもよい。加工中に電解液を供給することにより、加工生成物、気体溶解等による加工不安定性を除去でき、均一な、再現性のよい加工が得られる。

【0035】

この電解加工装置には、基板保持部30で保持した基板Wと加工電極32とを互いに対向させた状態で相対運動させる駆動部、すなわちモータ（第1駆動部）44、モータ（第2駆動部）56及びモータ（第3駆動部）60を数値制御する数値制御部72が備えられている。すなわち、これらのモータ（駆動部）44、56、60は、数値制御可能なサーボモータで構成され、数値制御部72からの出力信号によって、これらのサーボモータ44、56、60の回転角や回転速度が数値制御される。

【0036】

ここに、この例では、加工電極32と給電電極34との間に一定の電流を流し、モータ（第1駆動部）44を介して基板保持部30で保持した基板Wの回転（自転）速度を、モータ（第2駆動部）56を介して揺動アーム48の揺動に伴う電極ヘッド38の水平方向の移動速度を、モータ（第3駆動部）60を介して電極ヘッド38の回転（自転）速度をそれぞれ数値制御するようになっている。

【0037】

この数値制御の例を図2及び図3により説明する。先ず、図2に示すように、被加工物の加工前の形状を計測する。つまり、 $X-Y$ 軸のなす平面を基準面となし、基準面に直交する方向を Z 軸とした X 、 Y 、 Z 座標における各座標点での形状 (x, y, Z_1) を計測し、この形状データを数値制御部72に入力する。この座標点での目的加工面の形状の目的形状データ (x, y, Z_2) も同時に数値制御部72に入力する。更に、形状や加工速度等の単位加工形状データ（モータ制御信号1パルス当たり移動速度）を予め、或いは任意に数値制御部72に入力する。

【0038】

ここで、加工電極32と給電電極34との間に供給する電流を一定に制御すると、加工レートが一定となり、電流と加工時間の積によって加工量が決まる。従って、例えば加工電極32と給電電極34の間に供給する電流を一定に制御した場合にあっては、被加工物Wと加工電極32とが対向して電解加工現象が生じる時間（滞留時間）、つまり加工時間のみを数値制御することで、形状精度の高い目的形状を作成することができるようになる。

【0039】

そこで、この例にあっては、前述のようにして入力したデータから、各座標点におけるZ軸方向の加工量 $Z_1 - Z_2$ を求め、この加工量 $Z_1 - Z_2$ からモータ（第1駆動部）44を介して基板保持部30で保持した基板Wの回転（自転）速度、モータ（第2駆動部）56を介して揺動アーム48の揺動に伴う電極ヘッド38の水平方向の移動速度、モータ（第3駆動部）60を介して電極ヘッド38の回転（自転）速度をそれぞれ決定し、これらの信号を各モータ（駆動部）44，56，60に入力して、これらの各モータ（駆動部）44，56，60を数値制御する。

【0040】

次に、この電解加工装置による電解加工について説明する。

先ず、例えば図8（b）に示す、表面に導電体膜（被加工部）として銅膜6を形成した基板Wを基板保持部30で吸着保持し、揺動アーム48を揺動させて、電極ヘッド38を基板保持部30で保持した基板Wの上方の所定の加工位置まで移動させる。次に、上下動用モータ50を駆動して電極ヘッド38下降させ、電極ヘッド38の電極部36の下面に取付けたイオン交換体40を基板保持部30で保持した基板Wをの表面（上面）に接触させるか、または近接させる。

【0041】

この状態で、電源68を接続して加工電極32と給電電極34との間に一定の電流を供給するとともに、基板保持部30と電極ヘッド38を共に回転（自転）させ、更に揺動アーム48を揺動させて、電極ヘッド38を水平方向に移動させる。同時に、流体ノズル70により基板保持部30の上側から基板Wと電極部3

6との間に純水または超純水を供給し、加工電極32及び給電電極34と基板Wとの間に純水または超純水を満たす。これによって、イオン交換体40により生成された水素イオンまたは水酸化物イオンによって、基板Wに設けられた導電体膜（銅膜6）の電解加工を行う。

【0042】

つまり、純水または超純水をイオン交換体40の触媒反応で OH^- イオンと H^+ イオンに解離し、この OH^- イオンが加工電極32の近傍で電荷を渡すことによって発生する OH ラジカルを基板Wの銅膜6に作用させて、この除去（研磨）加工を行う。この時、給電電極34において発生する H_2 ガスを遮断するために、強酸性カチオン交換膜62にイオン交換膜を用いてもよく、これにより H_2 ガスが遮断され、かつ電極部36の回転による純水または超純水の流れにより外部に排出される。

【0043】

ここで、純水または超純水がイオン交換体40の内部を流れるようにすることで、水の解離反応を促進させる官能基（強酸性カチオン交換材料ではスルホン酸基）に十分な水を供給して水分子の解離量を増加させ、水酸化物イオン（もしくは OH ラジカル）との反応により発生した加工生成物（ガスも含む）を水の流れにより除去して、加工効率を高めることができる。従って、純水または超純水の流れは必要で、また純水または超純水の流れとしては、一様かつ均一であることが望ましく、一様かつ均一な流れとすることで、イオンの供給及び加工生成物の除去の一様性及び均一性、ひいては加工効率の一様性及び均一性を図ることができる。

【0044】

ここで、イオン交換体40を積層構造の積層体から構成することで、イオン交換体（積層体）40のもつトータルのイオン交換容量を増大させ、これにより、電解反応により発生した加工生成物（酸化物やイオン）をイオン交換体40内にこの蓄積容量以上に蓄積させないようにして、イオン交換体40内に蓄積された加工生成物の形態が変化して、それが加工速度及びその分布に影響を与えることを防止することができる。更に、イオン交換体40として、硬度の高いものを使

用したり、表面平滑性の良好なものを使用したり、更にはこれらを併用したりすることで、被加工物の平坦度を高めることができる。

【0045】

この時、加工前の形状データ、目的形状データ及び単位加工形状データを予め数値制御部72に入力しておき、モータ（第1駆動部）44を介して基板保持部30で保持した基板Wの回転（自転）速度、モータ（第2駆動部）56を介して揺動アーム48の揺動に伴う電極ヘッド38の水平方向の移動速度、モータ（第3駆動部）60を介して電極ヘッド38の回転（自転）速度をそれぞれ数値制御する。

このように、加工電極32と給電電極34との間に供給する電流を一定に制御して、加工レートを一定となし、この状態で、被加工物Wと加工電極32との相対運動速度を数値制御することで、電解加工によって、形状精度の高い目的形状を作成することができる。

【0046】

そして、電解加工完了後、電源68の接続を切り、基板保持部30と電極ヘッド38の回転、更には揺動アーム48の揺動を停止させ、しかる後、電極ヘッド38を上昇させて、基板保持部30で保持した加工後の基板を次工程に搬送する。

なお、この例では、電極部36と基板Wとの間に純水、好ましくは超純水を供給した例を示している。このように電解質を含まない純水または超純水を使用して電解加工を行うことで、基板Wの表面に電解質等の余分な不純物が付着したり、残留したりすることをなくすことができる。更に、電解によって溶解した銅イオン等が、イオン交換体40にイオン交換反応で即座に捕捉されるため、溶解した銅イオン等が基板Wの他の部分に再度析出したり、酸化されて微粒子となり基板Wの表面を汚染したりすることがない。

【0047】

超純水は、比抵抗が大きく電流が流れ難いため、電極と被加工物との距離を極力短くしたり、電極と被加工物との間にイオン交換体を挟んだりすることで電気抵抗を低減しているが、さらに電解液を組み合わせることで、更に電気抵抗を低

減して消費電力を削減することができる。なお、電解液による加工では、被加工物の加工される部分が加工電極よりやや広い範囲に及ぶが、超純水とイオン交換体の組合せでは、超純水にほとんど電流が流れないため、被加工物の加工電極とイオン交換体が投影された範囲内のみが加工されることになる。

【0048】

また、純水または超純水の代わりに、純水または超純水に電解質を添加した電解液を使用してもよい。電解液を使用することで、さらに電気抵抗を低減して消費電力を削減することができる。この電解液としては、例えば、 NaCl や Na_2SO_4 等の中性塩、 HCl や H_2SO_4 等の酸、更には、アンモニア等のアルカリなどの溶液が使用でき、被加工物の特性によって適宜選択して使用すればよい。電解液を用いる場合は、基板Wとイオン交換体40との間に僅かの隙間を設けて非接触とすることが好ましい。

【0049】

更に、純水または超純水の代わりに、純水または超純水に界面活性剤等を添加して、電気伝導度が $500\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下、好ましくは、 $50\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下、更に好ましくは、 $0.1\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下（比抵抗で $10\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$ 以上）にした液体を使用してもよい。このように、純水または超純水に界面活性剤を添加することで、基板Wとイオン交換体40の界面にイオンの移動を防ぐ一様な抑制作用を有する層を形成し、これによって、イオン交換（金属の溶解）の集中を緩和して加工面の平坦性を向上させることができる。ここで、界面活性剤濃度は、 100ppm 以下が望ましい。なお、電気伝導度の値があまり高いと電流効率が下がり、加工速度が遅くなるが、 $500\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下、好ましくは、 $50\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下、更に好ましくは、 $0.1\mu\text{S}/\text{cm}$ 以下の電気伝導度を有する液体を使用することで、所望の加工速度を得ることができる。

【0050】

また、基板Wと加工電極32及び給電電極34との間にイオン交換体40を挟むことで、加工速度を大幅に向上させるようにしている。つまり、超純水電気化学的加工は、超純水中の水酸化物イオンと被加工材料との化学的相互作用によるものである。しかし、超純水中に含まれる反応種である水酸化物イオン濃度は、

常温・常圧状態で 10^{-7} mol/L と微量であるため、除去加工反応以外の反応（酸化膜形成等）による除去加工効率の低下が考えられる。このため、除去加工反応を高効率で行うためには、水酸化物イオンを増加させる必要がある。そこで、水酸化物イオンを増加させる方法として、触媒材料により超純水の解離反応を促進させる方法があり、その有力な触媒材料としてイオン交換体が挙げられる。具体的には、イオン交換体中の官能基と水分子との相互作用により水分子の解離反応に関する活性化エネルギーを低下させる。これによって、水の解離を促進させて、加工速度を向上させることができる。

【0051】

更に、この例では、電解加工の際に、イオン交換体40が基板Wに接触乃至近接するようにしている。イオン交換体40と基板Wとが近接した状態では、この間隔の大きさにもよるが、電気抵抗がある程度大きいので、必要とする電流密度を与えようとした時の電圧が大きくなる。しかし、一方では、非接触であるため、基板Wの表面に沿った純水または超純水の流れが作り易く、基板表面での反応生成物を高効率で除去することができる。これに対して、イオン交換体40を基板Wに接触させると、電気抵抗が極めて小さくなって、印加電圧も小さくて済み、消費電力も低減できる。

【0052】

また、加工速度を上げるために電圧を上げて電流密度を大きくすると、電極と基板（被加工物）との間の抵抗が大きい場合では、放電が生じる場合がある。放電が生じると、被加工物表面にピッチングが起り、加工面の均一性や平坦化が困難となる。これに対して、イオン交換体40を基板Wに接触させると、電気抵抗が極めて小さいことから、このような放電が生じることを防止することができる。

【0053】

図4は、本発明の第2の実施の形態の電解加工装置を示す。この電解加工装置は、基板保持部30の上面周縁部にリング状の接点保持板80を設け、この接点保持板80の内部に、複数の給電電極としての接点82を内方に突出させて所定のピッチで配置している。また、電極ヘッド38として、図1に示す実施の形態

における電極部 36 の代わりに加工電極 84 を用いたものを使用し、更に、加工電極 84 と外部に配置した電源 68 の陰極とをスリップリング 86 を介して接続し、接点（給電電極）82 と電源 68 の陰極とを接続するようにしている。その他の構成は、図 1 に示すものと同様である。

【0054】

この実施の形態によれば、基板保持部 30 で基板 W を保持した時に、接点（給電電極）82 が、基板 W の外周端部において、例えば図 8 に示す基板 W の表面に堆積した被加工物としての銅層 6 に接触する。この状態で、前述と同様に、電極ヘッド 38 を下降させ、電源 68 を介して加工電極 84 と接点（給電電極）82 との間に一定の電流を供給するとともに、基板保持部 30 と電極ヘッド 38 を共に回転（自転）させ、更に揺動アーム 48 を揺動させて、電極ヘッド 38 を水平方向に移動させる。同時に、流体ノズル 70 により基板 W と電極部 36 との間に純水または超純水を供給することで、基板 W に設けられた導電体膜（銅膜 6）の電解加工を行うことができる。

【0055】

この時、前述と同様に、加工前の形状データ、目的形状データ及び単位加工形状データを予め数値制御部 72 に入力しておき、モータ（第 1 駆動部）44 を介して基板保持部 30 で保持した基板 W の回転（自転）速度、モータ（第 2 駆動部）56 を介して揺動アーム 48 の揺動に伴う電極ヘッド 38 の水平方向の移動速度、モータ（第 3 駆動部）60 を介して電極ヘッド 38 の回転（自転）速度をそれぞれ数値制御することで、電解加工によって、形状精度の高い目的形状を作成することができる。

【0056】

図 5 は、本発明の第 3 の実施の形態の電解加工装置を示す。この電解加工装置は、基板 W を上向き（フェイスアップ）に吸着保持する基板保持部 100 と、この基板保持部 100 の上方に配置された、円柱状または円筒状の加工電極 102 とを備えている。この加工電極 102 は、上下動自在で、かつ回転自在な水平方向に延びる回転軸 104 の先端に連結され、加工電極 102 の外周面にはイオン交換体 106 が密着して取付けられている。これらの基板保持部 100 及び加工

電極 102 は、内部に超純水や純水等の流体を満たした加工槽（図示せず）の内部に、該流体に浸漬させた状態で配置されている。

【0057】

基板保持部 100 は、Z 軸を中心とした θ 方向に回転する回転体 108 の上端に連結され、この回転体 108 は、基板保持部 100 で保持した基板 W と加工電極 102 とを X 方向に相対運動させる第 1 駆動部としてのモータ 110 の駆動に伴って X 方向に移動する X ステージ 112 と、基板保持部 100 で保持した基板 W と加工電極 102 とを Y 方向に相対運動させる第 2 駆動部としてのモータ 114 の駆動に伴って Y 方向に移動する Y ステージ 116 とを有する X-Y テーブル 118 の上面に取付けられている。

【0058】

そして、電源 120 の陰極から延びる配線が加工電極 102 に接続され、陽極から延びる配線は、例えば図 8 (b) に示す、基板 W に形成された銅膜 6 等の導電体に接続して該導電体に給電する給電電極 122 に接続されている。

なお、加工槽には、この内部に純水や超純水等の流体を供給する流体供給部としての流体ノズルが備えられている。

【0059】

この電解加工装置には、基板保持部 100 で保持した基板 W と加工電極 102 とを互いに対向させた状態で相対運動させる駆動部、すなわちモータ（第 1 駆動部）110 及びモータ（第 2 駆動部）114 を数値制御する数値制御部 124 が備えられている。すなわち、これらのモータ（駆動部）110, 114 は、数値制御可能なサーボモータで構成され、数値制御部 124 からの出力信号によって、これらのサーボモータ 110, 114 の回転角や回転速度が数値制御される。

【0060】

この数値制御の例を図 6 により説明する。先ず、前述の図 2 に示すように、X-Y 軸のなす平面を基準面となし、基準面に直交する方向を Z 軸とした X, Y, Z 座標における各座標点での加工前の形状 (x, y, Z_1) を計測し、この形状データを数値制御部 124 に、この座標点での目的加工面の形状の目的形状データ (x, y, Z_2) も数値制御部 124 に入力し、更に、形状や加工速度等の単

位加工形状データ（モータ制御信号1パルス当たり移動速度）を予め、或いは任意に数値制御部124に入力する。

【0061】

そして、この例にあっては、前述のようにして入力したデータから、各座標点におけるZ軸方向の加工量 $Z_1 - Z_2$ を求め、この加工量 $Z_1 - Z_2$ からモータ（第1駆動部）110及びモータ114（第2駆動）を介して基板保持部100で保持した基板Wの停止時間する時間を決定し、これらの信号を各モータ（駆動部）110、114に入力して、これらの各モータ（駆動部）110、114を数値制御する。

【0062】

つまり、この実施の形態にあっては、加工槽内に満たした流体の内部で、例えば図8（b）に示す、表面に導電体膜（被加工部）として銅膜6を形成した基板Wを基板保持部100で吸着保持し、加工電極102の表面に取付けたイオン交換体106を基板の表面（上面）に接触させるか、または近接させ、この状態で、電源120を接続して加工電極102と給電電極122との間に一定の電流を供給するとともに、加工電極102を回転させて電解加工を行う。

【0063】

この時、X-Yテーブル118を介して、基板WをX方向またはY方向に移動させて停止させる走査を繰返すステップ走査を行うのであり、この時、加工前の形状データ、目的形状データ及び単位加工形状データを予め数値制御部124に入力しておき、モータ（第1駆動部）110及びモータ（第2駆動部）114を介して基板保持部100で保持した基板Wの停止時間を数値制御するのであり、これにより、電解加工によって、形状精度の高い目的形状を作成することができる。

ここで、「相対的なステップ走査」とは、X-Yテーブル118と基板Wのいずれか、もしくは両方が移動して相対運動することにより、基板W上を加工電極102がある間隔移動し停止することを繰り返す動きを意味する。

【0064】

図7は、本発明の第4の実施の形態の電解加工装置を示す。この実施の形態の

前記図5に示す実施の形態と異なる点は、加工電極102aとして、楕円体又は球状のものを使用し、この加工電極102aを下降させたとき、この表面に取付けたイオン交換体106aの下部が基板保持部100で保持した基板Wに点接触し、この状態で加工電極102aが回転するようにした点にある。その他の構成は、第3の実施形態のものと同様である。

この例によれば、加工部の面積が小さくなって、加工部周辺への超純水や純水等の流体の供給が容易に行われて、安定した条件で加工を行うことができる。

【0065】

なお、この上記の例では、加工電極と給電電極との間に供給する電流を一定に制御して基板保持部で保持した基板と加工電極を相對運動させる駆動部を數値制御するようにした例を示しているが、加工電極と給電電極との間に印加する電圧を一定に制御し、この時の電圧と電流との關係から加工電極と給電電極との間を流れる電流を求め、この求められた電流を元に基板保持部で保持した基板と加工電極を相對運動させる駆動部を數値制御するようにしてもよい。

【0066】

また、被加工物の加工前の形状を、電解加工を行う前のみならず、電解加工中における任意の時期に任意の回数計測するようにしてもよい。加工中に被加工物の形状を計測する回数が多くなれば多くなるほど、設定加工時間と実際に加工した時間との間に誤差が生じた場合等に、それが最終的な加工形状精度の差になってしまうことを是正して、最終加工精度をより高くすることができる。

【0067】

【發明の效果】

以上説明したように、本發明によれば、加工前または加工中における被加工物の形状と目的とする加工形状とを比較して両形状における座標差に相当する加工量を求め、この加工量に応じたパラメータをデータとして數値制御部に入力し、このデータに基づいて保持部で保持した被加工物と加工電極とを互いに対向させたまま相對運動させる駆動部を數値制御することで、電解加工によって、形状精度の高い目的形状を作成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 の実施の形態の電解加工装置の縦断正面図である。

【図 2】

加工前の形状と目的形状との関係を示す図である。

【図 3】

図 1 に示す電解加工装置による数値制御例を示すブロック図である。

【図 4】

本発明の第 2 の実施の形態の電解加工装置の縦断正面図である。

【図 5】

本発明の第 3 の実施の形態の電解加工装置の概略を示す斜視図である。

【図 6】

図 5 に示す電解加工装置による数値制御例を示すブロック図である。

【図 7】

本発明の第 4 の実施の形態の電解加工装置の概略を示す斜視図である。

【図 8】

銅配線を形成する例を工程順に示す図である。

【図 9】

イオン交換体を備えた電解加工の原理の説明に付する図である。

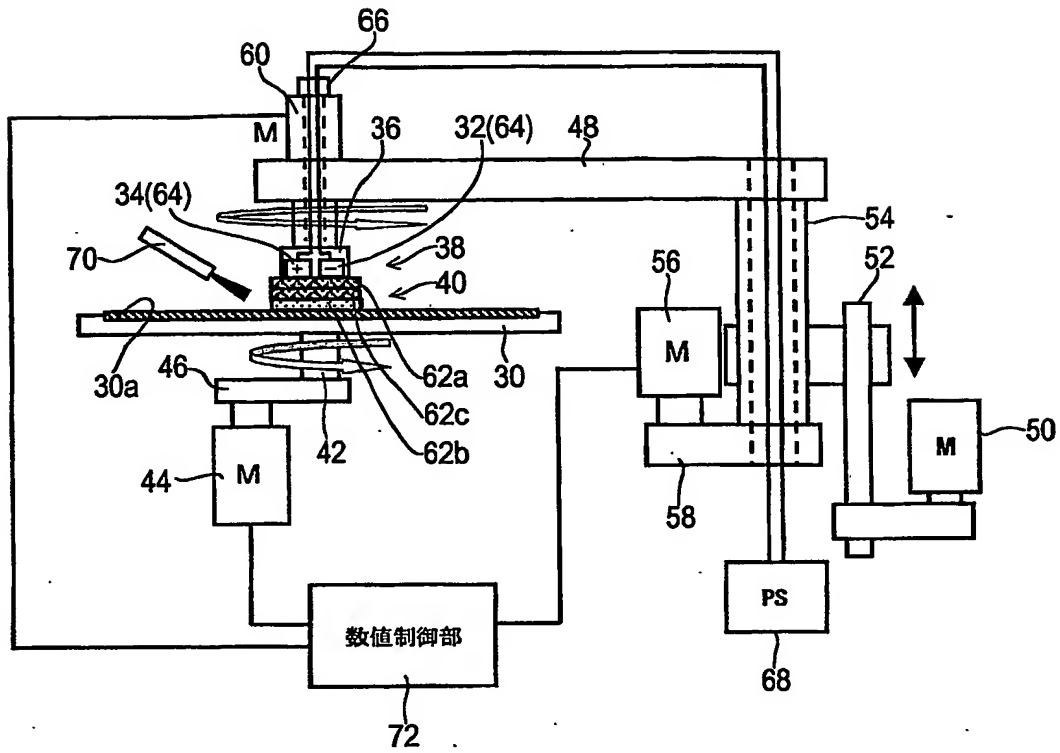
【符号の説明】

- 30、100 基板保持部
- 32、84、102、102a 加工電極
- 34、122 給電電極
- 36 電極部
- 38 電極ヘッド
- 40、106、106a イオン交換体
- 44 モータ（駆動部）
- 48 揺動アーム
- 50 上下動用モータ
- 52 ボールねじ

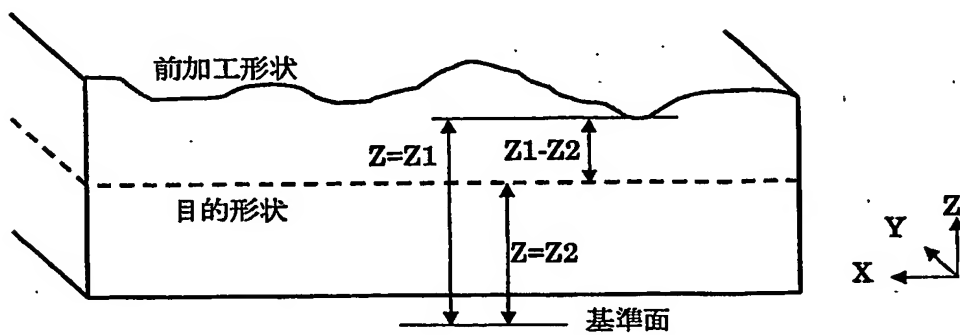
- 54 揺動軸
- 56 モータ (駆動部)
- 60 中空モータ (駆動部)
- 62 a, 62 b, 62 c 積層材
- 64 電極板
- 68 電源, 120
- 70 流体ノズル (流体供給部)
- 72, 124 数値制御部
- 82 接点 (給電電極)
- 110 モータ (駆動部)
- 112 Xステージ
- 114 モータ (駆動部)
- 116 Yステージ
- 118 X-Yテーブル

【書類名】 図面

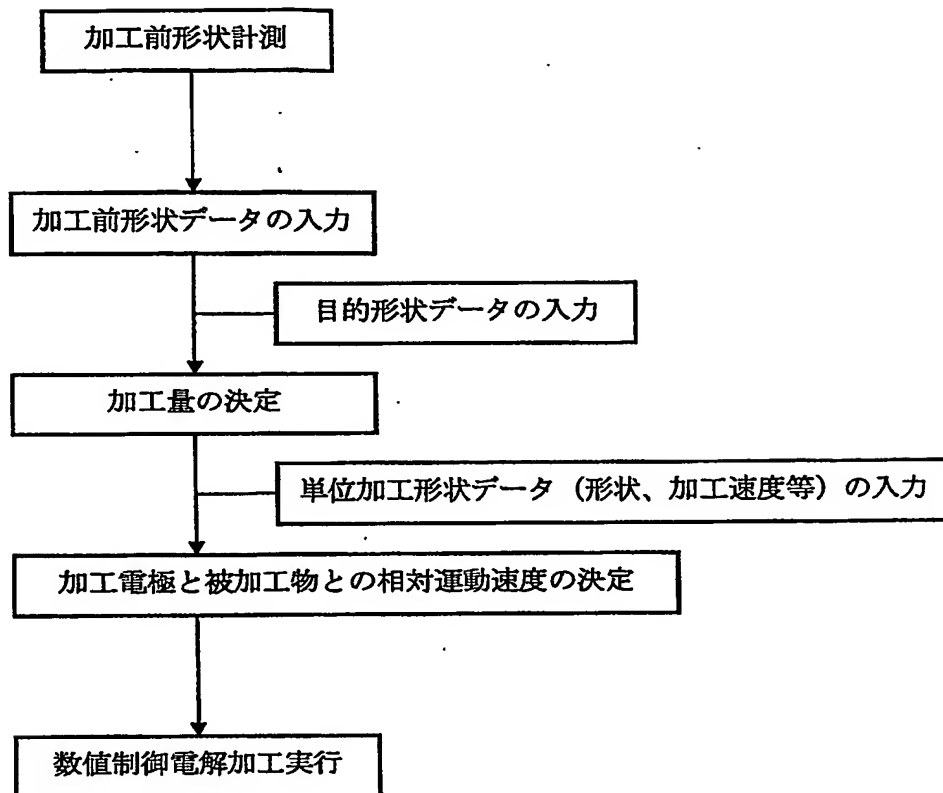
【図 1】



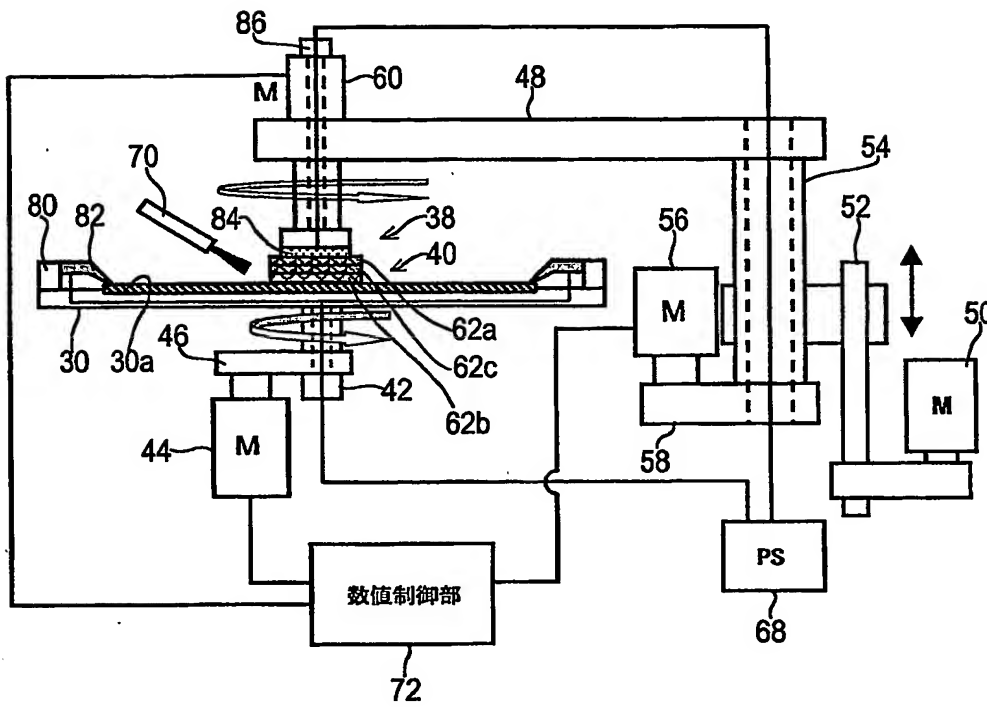
【図 2】



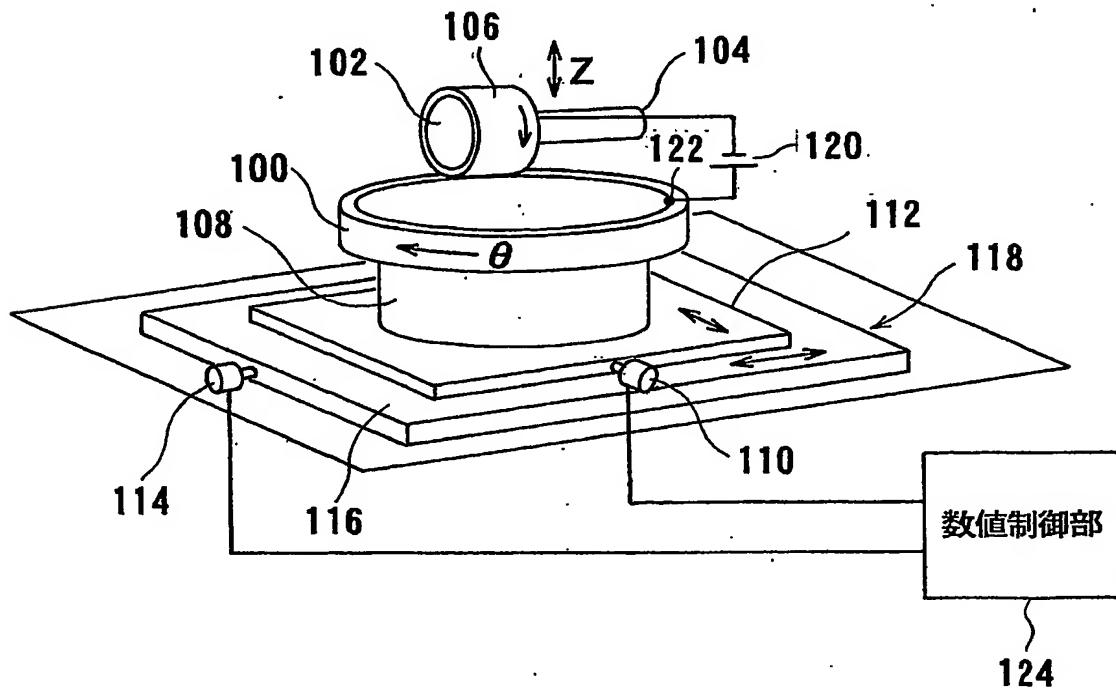
【図3】



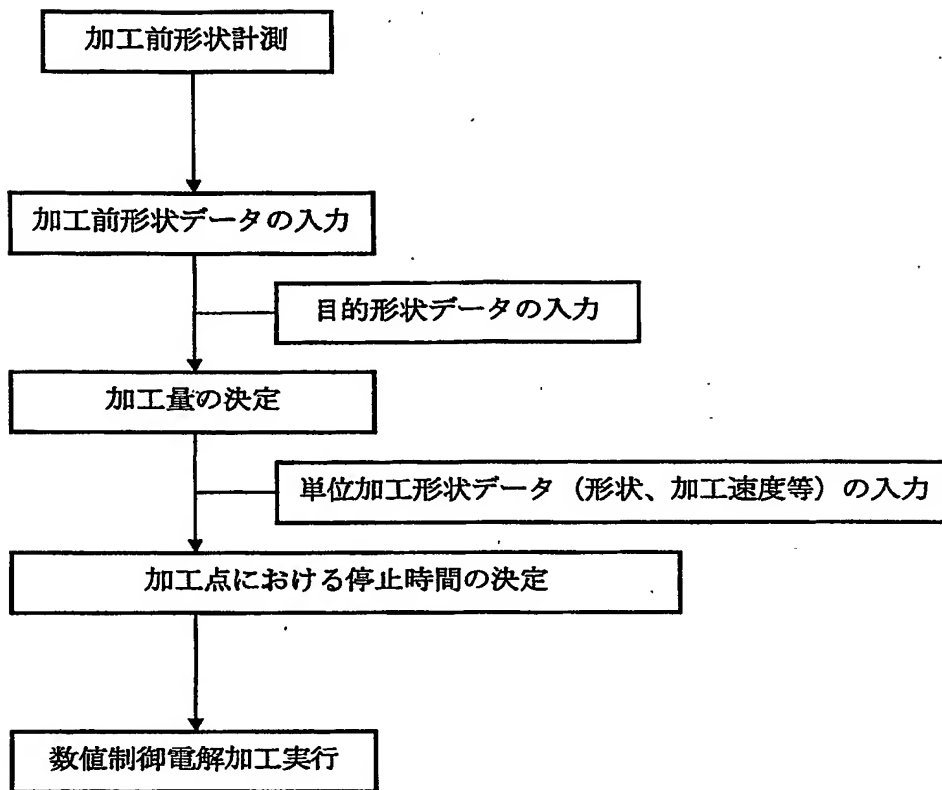
【図 4】



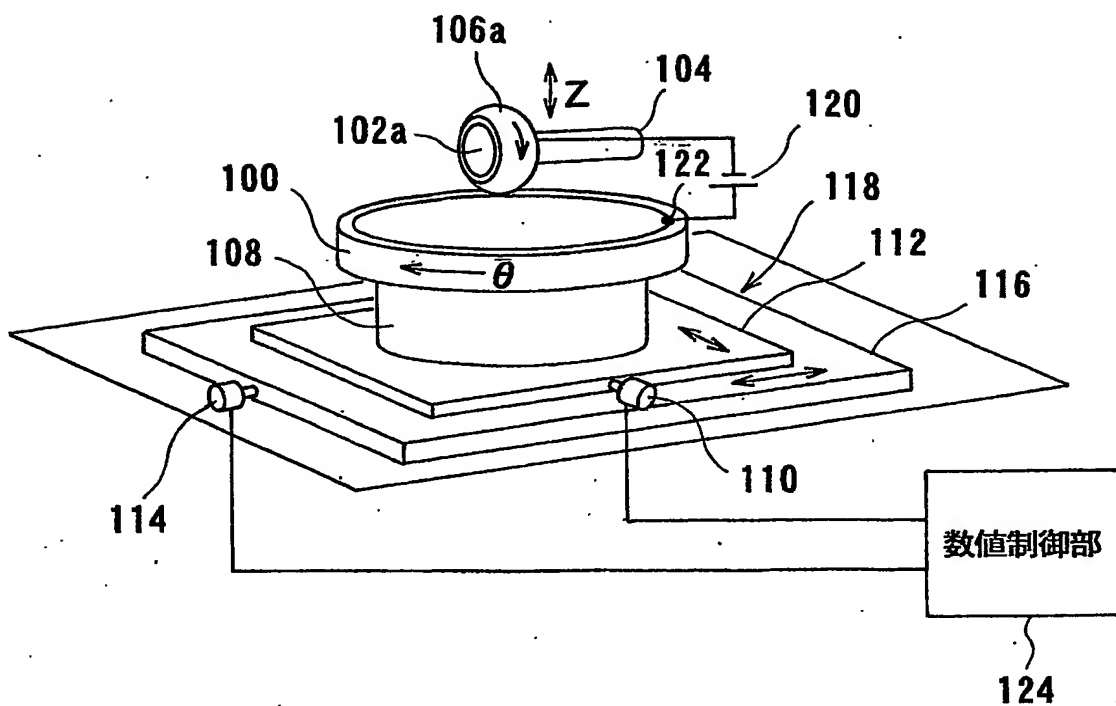
【図 5】



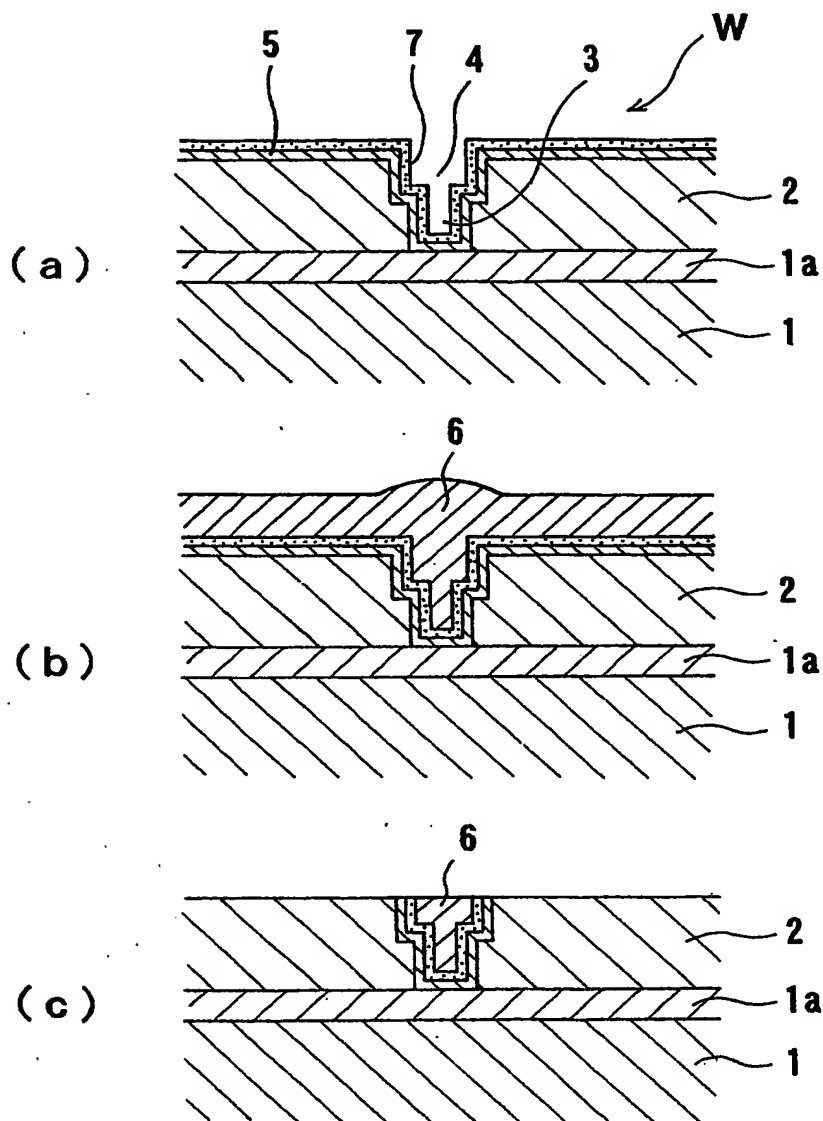
【図 6】



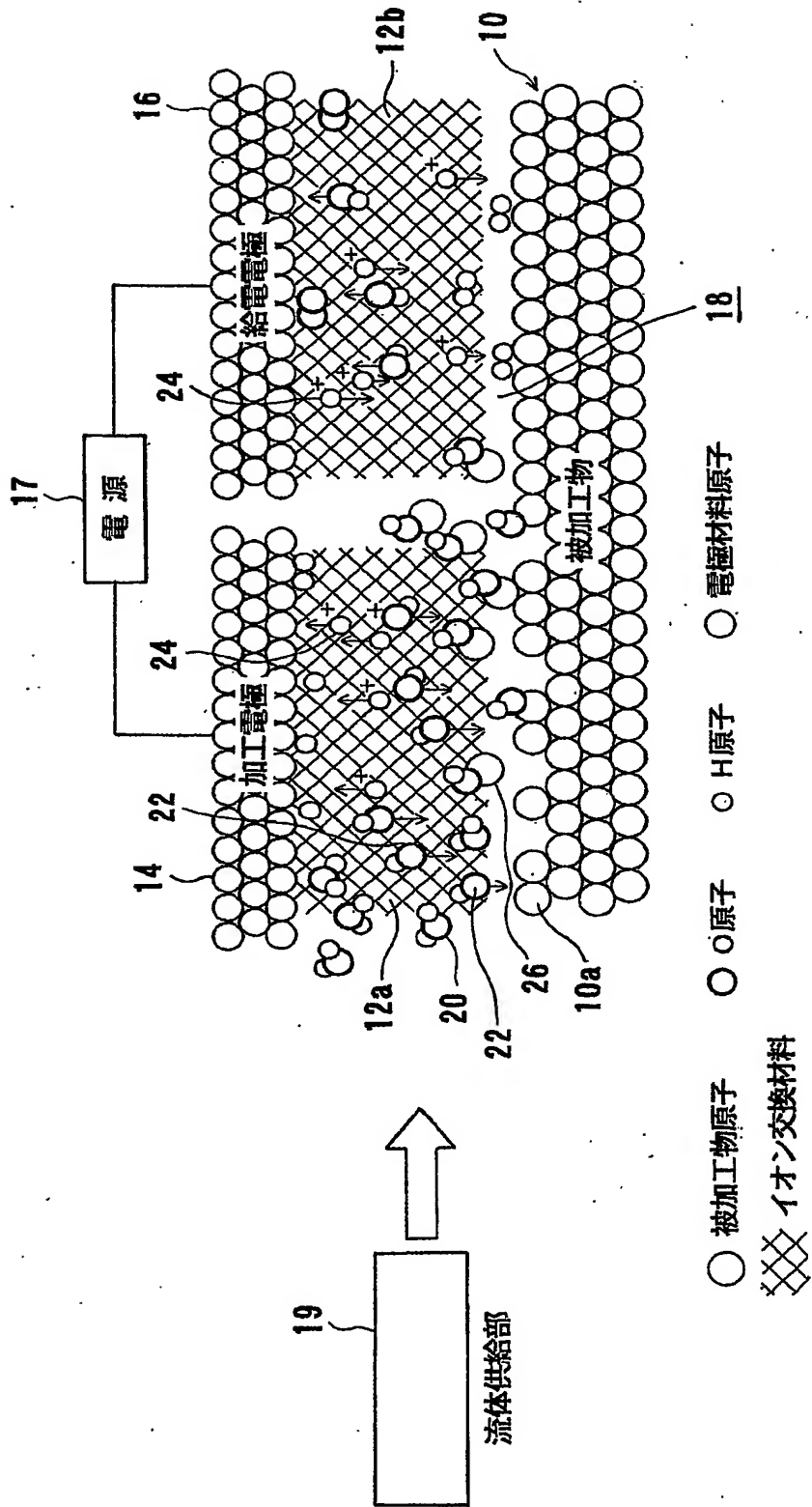
【図 7】



【図8】



【図9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 導電性材料からなる被加工物に高い加工精度で加工を施して形状精度の高い目的形状を作成できるようにする。

【解決手段】 被加工物Wを着脱自在に保持する保持部30と、保持部30で保持した被加工物Wに近接自在な加工電極32と、保持部30で保持した被加工物Wに給電する給電電極34と、被加工物Wと加工電極32との間または被加工物Wと給電電極34との間の少なくとも一方に配置したイオン交換体40と、イオン交換体40が存在する被加工物Wと加工電極32または給電電極34の少なくとも一方との間に流体を供給する流体供給部70と、加工電極32と給電電極34との間に電圧を印加する電源68と、保持部30で保持した被加工物Wと加工電極32とを互いに対向させた状態で相對運動させる駆動部44, 56, 60と、駆動部44, 56, 60を数値制御する数値制御部72を有する。

【選択図】 図1

認定・付加情報

特許出願の番号 特願2002-001737
受付番号 50200012474
書類名 特許願
担当官 松田 伊都子 8901
作成日 平成14年 1月10日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】 000000239
【住所又は居所】 東京都大田区羽田旭町11番1号
【氏名又は名称】 株式会社荏原製作所

【特許出願人】

【識別番号】 596041995
【住所又は居所】 大阪府交野市私市8-16-19
【氏名又は名称】 森 勇蔵

【代理人】

申請人
【識別番号】 100091498
【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿7-5-8 GOWA西新宿
4階渡辺・堀田特許事務所
【氏名又は名称】 渡邊 勇

【選任した代理人】

【識別番号】 100092406
【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿7-5-8 GOWA西新宿
4階渡辺・堀田特許事務所
【氏名又は名称】 堀田 信太郎

【選任した代理人】

【識別番号】 100093942
【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿7-5-8 GOWA西新宿
4階 渡辺・堀田特許事務所
【氏名又は名称】 小杉 良二

【選任した代理人】

【識別番号】 100109896
【住所又は居所】 東京都新宿区西新宿7-5-8 GOWA西新宿
4階 渡辺・堀田特許事務所
【氏名又は名称】 森 友宏

次頁無

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000239]

1. 変更年月日	1990年 8月31日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都大田区羽田旭町11番1号
氏 名	株式会社荏原製作所

出願人履歴情報

識別番号 [596041995]

1. 変更年月日 1998年 2月17日
[変更理由] 住所変更
住 所 大阪府交野市私市8-16-19
氏 名 森 勇蔵